

0. 782259

На правах рукописи



БОНДАРЕВА ДИНА ГЕННАДЬЕВНА

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗА
В ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПИТЬЕВЫХ ВОДАХ ЕВРЕЙСКОЙ
АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ И ЕГО ОТРАЖЕНИЕ НА
ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

03.00.16 – экология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Владивосток
2010

Работа выполнена на кафедре экологии и биологии
Дальневосточной государственной социально-гуманитарной академии (ДВГСГА),
г. Биробиджан

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ
Христофорова Надежда Константиновна

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор,
Челомин Виктор Павлович
кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник
Хасина Элеонора Израилевна

Ведущая организация: **Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,**
г. Хабаровск

Защита состоится 10 апреля 2010 г. в 10:00 на заседании диссертационного совета
Д 212.056.02 при Дальневосточном государственном университете МОН РФ
по адресу: 690091, г. Владивосток, ул. Октябрьская. 27, ауд.435

Отзывы на автореферат просим направлять по адресу: 690091, г. Владивосток, ул.
Октябрьская, 27, ком. 417, кафедра общей экологии.

Факс: (4232) 45-94-09

E-mail: marineecology@rambler.ru

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Дальневосточного
государственного университета.

Автореферат разослан 10 марта 2010 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук



НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КГУ



0000604006

Ю.А. Гальшева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Еврейская автономная область (ЕАО) является биогеохимической провинцией, дефицитной по большому набору элементов (I, F, Ca, Mg, Cu, Se, Co) и избыточной по железу, марганцу и радону (Ковальский, 1982; Антонова, 2004; Суриц, Христофорова, 2008, 2009). Среди избыточных элементов в природных водах в наибольших количествах присутствует железо, доставляющее большие неудобства населению области как при употреблении воды для хозяйственно-питьевых целей, так и для технических нужд. Для снижения концентрации железа в воде строятся станции обезжелезивания. В настоящее время их число в ЕАО достигло 18, но не все население с централизованным водоснабжением охвачено их действием. Более того, половина сельского населения по-прежнему пьет воду из источников нецентрализованного водоснабжения (шахтных колодцев, неглубоких скважин). Однако после станции обезжелезивания, проходя по старым и заржавевшим водопроводным трубам, вода вновь загрязняется железом. Население области, как пользующееся водопроводом, так и не пользующееся им, как имеющее станции обезжелезивания, так и не имеющее их, недостаточно осведомлено о негативном воздействии железа на здоровье. Оценивают качество воды только по органолептическим свойствам. В то же время известно, что при повышенном содержании в среде и избыточном поступлении железа в организм происходит кумуляция его в тканях и органах, наблюдается повышенная утомляемость, слабость, пигментация кожи, ее зуд, сухость, шелушение и жжение, печеночная недостаточность, угнетение клеточного и гуморального иммунитета, потеря аппетита, уменьшение массы тела, заболевание крови и сидероз (Лысогорова, 1974; McLaren et al., 1983; Скальный, Рудаков, 2004; Хамитова, Зотов, 2004; Онищенко, 2007; Siew et al., 2008).

Проявления ряда из названных следствий избыточного содержания железа в питьевых водах и поступления его в организм людей наблюдается и в автономии. Если в структуре заболеваемости взрослого населения ЕАО первые три места занимают травмы и отравления, болезни органов дыхания, болезни костно-мышечной системы, то в структуре заболеваемости детей, имеющих более тонкую кожу, слабо развитый подкожный слой и еще недостаточно сложившиеся механизмы защиты, после органов дыхания следуют инфекционные и паразитарные заболевания и болезни кожи и подкожной клетчатки (Информационный..., 2008).

В связи с этим целью работы было определение содержания общего железа ($Fe_{\text{общ}}$) в природных и питьевых водах Еврейской автономной области и выявление его отражения на здоровье населения.

Для реализации поставленной цели предстояло решить следующие задачи:

1. Определить уровни содержания железа в природных и питьевых водах ЕАО и показать влияние природных условий на их формирование.
2. Оценить эффективность работы станций обезжелезивания на территории области.
3. Выявить влияние избыточного содержания железа в водах на здоровье населения автономии и предложить рекомендации, направленные на уменьшение содержания железа в питьевой воде.

Научная новизна работы. Впервые для ЕАО выполнено широкое обследование природных поверхностных и питьевых вод на содержание $Fe_{\text{общ}}$. Установлено, что его количество в водах связано с физико-географическими условиями области. В картине распределения железа выделяется два района: север - северо-запад (горный) и юг - юго-восток (равнинно-болотный). Если в горных районах средняя концентрация железа в природных водотоках составляет в основном $0,04 - 0,40 \text{ мг/дм}^3$, то на заболоченных территориях она поднимается до $1,92 \text{ мг/дм}^3$. Кроме того, в районе залегания железных руд на северо-западе области в отдельных случаях она достигает 6 мг/дм^3 .

Анализ работы станций обезжелезивания на территории области показал, что на недавно введенных в эксплуатацию станциях (2000-е годы) эффект очистки соответствует санитарным нормам ($0,3 \text{ мг/дм}^3$). Однако на станциях с большим сроком эксплуатации (конец 1970-х – начало 80-х) требуемый уровень несколько превышен, и концентрация железа может достигать $0,55 \text{ мг/дм}^3$.

Избыток железа в питьевых водах отражается на здоровье населения, проявляясь в первую очередь в заболевании кожи и подкожной клетчатки, что особенно заметно для детей и подростков.

Практическая значимость работы. Впервые для ЕАО обработана и систематизирована недостаточно востребованная информация, находящаяся в протоколах районных и городских лабораторий Санитарно-эпидемиологической службы. Обработаны данные по первичной заболеваемости населения области болезнями кожи и подкожной клетчатки, и сделана попытка выявить связь между ними и содержанием железа в питьевых водах конкретных территорий.

Анализ ситуации и выявленные связи могут представлять интерес для органов здравоохранения, для организаций, ведущих мониторинг состояния окружающей среды, для Правительства области, администраций городов и районов, а также населения автономии.

Проанализирован международный и отечественный опыт по снижению содержания железа в питьевой воде и предложены рекомендации, которые могут быть осуществлены в ЕАО на индивидуальном, локальном, региональном и федеральном уровнях.

Полученные данные используются в лекционных курсах на факультете географии и природопользования ДВГСГА, на отделении экологии ДВГУ как пример биогеохимических провинций, избыточных по отдельным химическим элементам.

Защищаемые положения: Содержание железа в природных водах ЕАО обусловлено физико-географической спецификой региона: в горном севере наблюдаются низкие концентрации элемента в водотоках, на равнинно-болотном юге - высокие концентрации.

В южных и центральных районах автономии содержание железа в питьевых водах превышает ПДК, что предопределено не только природными условиями, но и неудовлетворительным состоянием системы водоснабжения.

Высокое содержание железа в питьевых водах отражается на заболеваемости кожи и подкожной клетчатки детей и подростков.

Апробация работы. Результаты исследований докладывались и были представлены на: международных научно-практических конференциях в области экологии и безопасности жизнедеятельности «Дальневосточная весна» (Комсомольск-на-Амуре, 2007, 2009); международной научно-практической конференции «Современные проблемы регионального развития» (Биробиджан, 2008); межрегиональной конференции «Комплексные исследования природной среды в бассейне р. Амур» (Хабаровск, 2009); II международной научно-практической конференции «Экология и безопасность водных ресурсов» (Хабаровск, 2009); XIV Всероссийском конгрессе «Экология и здоровье человека» (Самара, 2009). Результаты работы также докладывались и обсуждались на научных семинарах кафедры экологии и биологии ДВГСГА, кафедры общей экологии ДВГУ.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 работ.

Структура работы. Диссертационная работа состоит из введения; обзора литературы (глава I), посвященного содержанию железа в природных водах (преимущественно избыточному), его влиянию на здоровье населения; главы, содержащей характеристику района работ, раскрывающей причины повышенного содержания железа в природных водах, а также использованные материалы и методы; экспериментальной главы, показывающей уровни содержания железа в природных и хозяйственно-питьевых водах ЕАО и обусловленную его избытком заболеваемость населения области; выводов; списка литературы, который включает 201 источник, в том числе 37 иностранных, и 4 приложения, иллюстрирована 12 рисунками и 20 таблицами.

Благодарности. Автор глубоко благодарен руководителю Н.К. Христофоровой, д.б.н., профессору, заслуженному деятелю науки РФ, за предложенную идею работы, постановку задачи, критический просмотр рукописи, неизменный интерес к работе, ценные советы,

предложения, замечания, практическую помощь на всех этапах проводившегося исследования, за доброжелательное и внимательное отношение.

Автор искренне признателен сотрудникам Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Еврейской автономной области, Федерального государственного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Еврейской автономной области» к.б.н. О.В. Суриц, Е.С. Мироненко, а также работникам санитарно-гигиенической лаборатории за практическую помощь и доброжелательное отношение. Особую благодарность автор выражает сотрудникам кафедры экологии и биологии ДВГСГА к.б.н. Е.О. Клинской и к.б.н. И.Л. Ревуцкой, декану факультета географии и природопользования В.Н. Иванченко за неизменное дружеское участие и поддержку.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Железо в окружающей среде и его биологическая роль (обзор литературы)

В главе кратко излагается история железа в жизни планеты и биосферы, рассматривается содержание железа в разных средах, особое внимание уделено источникам поступления и уровням содержания этого элемента в природных водах, как подземных, так и поверхностных. Рассмотрена также биологическая роль железа, показаны последствия, связанные как с дефицитом, так и избытком его в среде.

Глава 2. Район работ. Материалы и методы

Территория области составляет 36,3 тыс. км². В административном делении ЕАО выделяют пять районов и два города – Биробиджан (столица) и Облучье. По особенностям рельефа область четко разделяется на две части: горный север и северо-запад, равнинный юг и юго-восток.

Природные условия области связаны с особенностями географического положения. Автономия расположена на восточной окраине Евразийского континента, в бассейне реки Амур, в области действия дальневосточного муссона. Муссонная циркуляция в летний период выражается в обильных осадках, что приводит к паводкам на реках и переувлажнению почв. Почвообразующими породами служат древнеозерные и аллювиальные глины и тяжелые суглинки, что вызывает переувлажнение и заболачивание (28 % территории занимают болота). Как известно, болота, болотистые кислые почвы способствуют повышенному содержанию железа в воде (Почвы Еврейской ..., 1979; Росликова, 2009).

Наличие на территории области достаточно крупного железорудного района, расположенного в горной северо-западной части автономии, где в настоящее время создается Кимкано-Сутарский ГОК и уже ведутся вскрышные работы, также способствует повышенной концентрации железа в поверхностных водотоках. Горные лесные почвы являются поставщиком железа, связанного органическими лигандами (гуминовыми кислотами) и мигрирующего в составе металлорганических комплексов с водосбора в реки области (Левшина, 2006).

Таким образом, большая часть поверхностных водотоков области имеет повышенное содержание железа в воде, что может оказывать влияние на качество питьевых вод населенных пунктов, имеющих подрусловый водозабор.

В пределах ЕАО выделяются различные гидрологические структуры, вмещающие подземные воды, - провинции, бассейны, массивы. В горной области находится: Амуро-Охотская гидрологическая провинция, в равнинной - Сихотэ-Алинская (Нижнеамурская).

Состав подземных вод зависит от принадлежности к определенному типу гидрологических провинций. Согласно Т.Н. Болотовой (2003), подземные воды горной части области (Облученский район) относятся по химическому составу к гидрокарбонатным, кальциевым, весьма пресным (сухой остаток от 50 до 218 мг/дм³), мягким (жесткость изменяется от 0,1 до 4,75 ммоль/дм³); содержание $Fe_{общ}$ в них не превышает 0,4 мг/дм³. Подземные воды горных территорий полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к питьевым водам.

Нижнеамурская гидрологическая провинция представлена Среднеамурским артезианским бассейном, занимающим около 50 % территории ЕАО. Он приурочен к одноименной равнине южной и восточной части области. В пределах этого бассейна сосредоточено 90% естественных запасов подземных вод территории.

Воды Среднеамурского артезианского бассейна также относятся к весьма пресным (сухой остаток от 43 до 280 мг/дм³), с общей жесткостью 0,2-2,18 ммоль/дм³ и величиной pH от 5,2 до 8,5. Они имеют повышенное содержание железа (от 14 до 40 мг/дм³) и марганца (до 6,2 мг/дм³). Эти воды гидрокарбонатные, кальциевые или смешанного катионного состава, они обильны и широко используются населением как питьевые (Болотова, 2003).

Таким образом, большинство подземных вод области, характеризуется повышенным содержанием железа, что довольно сильно ухудшает их качество.

Половина населения области использует воду из подземных источников водоснабжения (скважины), другая половина использует воду из нецентрализованных источников (Государственный доклад ..., 2008).

Содержанию железа в природных и питьевых водах и его влиянию на здоровье людей и посвящена данная работа.

Материалом для анализа послужили результаты исследований воды на содержание железа, выполненных в аккредитованном испытательном лабораторном центре Федерального государственного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в ЕАО» в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.5.980-00, СанПиН 2.1.4.1071-01 и СанПиН 2.1.4.1175-02.

Содержание элементов определено в водах рек, источниках централизованного и нецентрализованного питьевого водоснабжения, разводящей сети в городе Биробиджане и во всех районах ЕАО. Для определения содержания железа применен метод атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Кроме того, во всех речных водах, и в части проб воды из источников водоснабжения, определялись органолептические (мутность, цветность) показатели, а также перманганатная окисляемость, согласно СанПиН 2.1.5.980-00 и ГОСТ 2761-84. Фактический материал включает анализ более чем 2500 проб воды. Исследованием охвачен период с 2004 по 2008 гг.

Первичные данные о заболеваемости жителей ЕАО взяты из официальной годовой отчетной формы № 12 «Отчет о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения».

Непосредственно автором проводился отбор проб воды в реках области, на станциях обезжелезивания, воды, поступающей из крана в местах с централизованным водоснабжением, колодезной воды. Проведен сравнительный анализ результатов определения химических элементов в природных и питьевых водах, включаемых в ежегодный Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в ЕАО». Обработаны первичные сведения о заболеваемости населения ЕАО. Проанализированы данные медицинской статистики за 5 лет по районам ЕАО и автономии в целом для разных возрастных групп населения. Данные обрабатывались с использованием автоматизированной системы «Социально-гигиенический мониторинг» (АС СГМ). Для определения связи между концентрацией железа в питьевых водах и заболеваемостью населения применены корреляционный и кластерный анализы.

Глава 3. Распределение железа в поверхностных и питьевых водах ЕАО. Содержание железа в водотоках области

Как отмечено в главе 2, автономная область четко разделяется на горную и низинную территории, при этом в горной части находится Мало-Хинганский железорудный район. В пределах водосборов всех рек области природные условия проявляются в содержании железа (табл.1).

Таблица 1

Содержание железа в крупных водотоках ЕАО				
Река	Количество проб	Концентрация железа, мг/дм ³		
		минимальная	средняя	максимальная
Амур	68	0,08	0,49±0,12	1,57
Биджан	23	0,20	0,51±0,13	1,31
Бира	110	0,08	0,50±0,13	1,58
Икура	13	0,53	1,60±0,41	1,82
Сутара	25	0,09	1,18±0,29	5,99
Тунгуска	15	0,08	0,59±0,15	1,57
Итого	254	0,15±0,04	0,73±0,18	2,02±0,5

Среди крупных рек области заметным превышением ПДК железа выделяется р. Икура (до 5,5 ПДК) (ПДК Fe для речных вод 0,3 мг/дм³), в среднем и нижнем течении она протекает по заболоченной территории с торфяно-болотными почвами. Железородный район дренирует р. Сутара. В воде этой реки выявлено максимальное количество железа (до 20 ПДК). В остальных обследованных водотоках средняя концентрация Fe превышала ПДК в 1,5-1,6 раза.

Железо распределяется в поверхностных водах области неравномерно. Чтобы показать контрастность природных условий и их отражение на качестве вод, пробы были отобраны нами как в горных, так и равнинных реках (табл. 2).

Таблица 2

Содержание железа в горных и равнинных реках ЕАО, n – количество проб

Река	n	Концентрация железа, мг/дм ³		
		минимальная	средняя	максимальная
Горные реки (Облученский район)				
Хинган	12	0,02	0,04±0,01	0,07
Кульдур	12	0,10	0,20±0,05	0,36
Каменушка	12	0,02	0,11±0,03	0,17
Трек	12	0,22	0,40±0,10	0,69
Среднее для горных рек		0,09±0,02	0,18±0,05	0,32±0,08
Ключ Фроловский*	12	0,98	1,75±0,44	2,30
Реки равнинных территорий				
Малая Самара	12	0,75	1,03±0,26	1,13
Солонечная	12	0,26	1,27±0,32	2,40
Унгун	12	0,63	1,92±0,48	2,05
Большой Ушумун	12	0,33	0,78±0,20	1,02
Среднее для равнинных рек		0,49±0,12	1,25±0,3	1,65±0,41

* Ключ Фроловский в определение средних величин для горных рек не включен

Как следует из табл. 2, среднее минимальное содержание Fe в горных реках не менее чем в пять раз ниже, чем таковое в равнинных реках. Это различие сохраняется и для средних максимальных концентраций. Самое низкое содержание железа выявлено в верхнем течении реки Хинган, что, очевидно, связано с природными условиями данной территории, характеризующейся сложенной мощными вулканогенными толщами мезозойского возраста

поверхностью; буротажными щебнистыми каменистыми почвами, гидрокарбонатными с незначительной минерализацией подземными водами, отсутствием болот, мелководными с каменистым ложем и быстрым течением притоками.

Интересной северной рекой является р. Кульдур, в пойме которой находится месторождение термальных лечебных минеральных вод, на которых несколько десятилетий назад был организован одноименный курорт федерального значения. Свободно стекающие в реку воды этого месторождения влияют на механизм формирования концентрации железа в реке. При нашем обследовании оно находилось около $0,10 \text{ мг/дм}^3$. Азотные щелочные термоминеральные воды кремнистого состава вызывают снижение концентрации Fe за счет выпадения в осадок его гидроокиси (Природные ..., 2004). Однако уже в четырех километрах от устья р. Кульдур количество $\text{Fe}_{\text{общ}}$ в ней поднимается до $0,36 \text{ мг/дм}^3$, что, по-видимому, обусловлено поступлением с притоками более кислых болотных вод в среднем течении реки.

Несколько отличается от крупных горных рек р. Трек, протекающая по северо-восточной окраине области. Долина ее заболочена, что сразу же отражается на более высоком содержании железа в воде по сравнению с реками Хинган и Каменушка. Из горных небольших водотоков высоким содержанием железа выделяется ключ Фроловский, глеевые воды которого, выходя на поверхность, в присутствии свободного кислорода воздуха образуют осадок из окислившегося трехвалентного железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Водотоки равнинной части ЕАО – реки Солонечная, Малая Самара, Унгун, Большой Ушумун - протекают по заболоченной местности, богатой двухвалентным железом, которое окисляясь в речных водах, переходит в гидрооксид трехвалентного железа. При этом в верховьях рек концентрация железа ниже ПДК, в низовьях же содержание резко возрастает, превышая ПДК в 3-8 раз. Такие реки, как Унгун, Малая Самара, Солонечная находятся в стороне от населенных пунктов, поэтому повышенное содержание железа в данных водотоках связано с природными особенностями территории, по которой они протекают.

Сезонная и межгодовая изменчивость концентрации железа в речных водах прослежена нами на примере р. Бира, являющейся одним из крупнейших водотоков области (рис. 1).

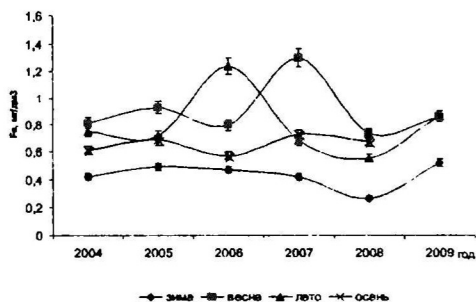


Рис. 1. Межгодовая и межсезонная изменчивость содержания $\text{Fe}_{\text{общ}}$

Как видно на рис. 1, для всех лет наблюдения наибольшее содержание железа в воде реки характерно для весны, что обусловлено снеготаянием и поверхностным смывом. После обильных весенних снегопадов в 2007 г. содержание железа для этого периода года было максимальным. Летние концентрации железа в реке, как правило, ниже, чем весенние. Резкий подъем содержания железа в реке летом 2006 г. был вызван сильным половодьем (наводнением). К осени концентрация железа в воде еще более снижается. Однако в засушливые годы (2008 г.) она может повышаться, что, по-видимому, связано с поступлением с суши травянистого и древесного опада, его минерализацией и дополнительным поступлением железа в воду. Низкое содержание данного элемента зимой обусловлено меженью. В этот период река получает только подземное питание и поверхностный смыв отсутствует.

Наибольшее содержание железа в поверхностных водах урбанизированных территорий г. Оренбурга было также выявлено в весенний период, достигая $1,2 \text{ мг/дм}^3$, что в 4 раза больше ПДК (Карноухова и др., 2006).

На фоне этой общей картины, согласно некоторым авторам (Иванов, 1989; Шестеркин и др., 2009), в воде равнинных рек могут отмечаться высокие концентрации железа и органического вещества также в летнюю и зимнюю межень. В первом случае это связано с деструкцией органического вещества при повышенной температуре воды и высвобождением железа, во втором - с процессами криогенного концентрирования и восстановительной средой, при которой железо и другие металлы из донных отложений поступают в водную толщу.

За исключением экстремальных ситуаций (наводнения) межгодовые изменения в содержании железа небольшие. Изменчивость для зимнего времени лежит в пределах от 0,27 до $0,52 \text{ мг/дм}^3$, для летнего – от 0,55 до $0,86 \text{ мг/дм}^3$.

Таким образом, анализ проб речных вод из разных районов области показал, что концентрация железа в них зависит, прежде всего, от природных условий территории: рельефа, типа почв, характера увлажнения, состава подземных вод. В Облученском горном районе избыток железа в воде наблюдается в реках, протекающих по железорудной провинции и по заболоченным межгорным котловинам. В водотоках равнинных мест с избыточным увлажнением поверхности, преобладанием торфяно-болотистых и луговых глинистых почв содержание железа в воде превышает ПДК в 1,5 и более раз (Октябрьский, Биробиджанский, Ленинский районы).

Содержание железа в питьевых водах области

Состояние здоровья населения в значительной мере зависит от качества питьевой воды. Централизованным питьевым водоснабжением в ЕАО обеспечено 49,7 % населения,

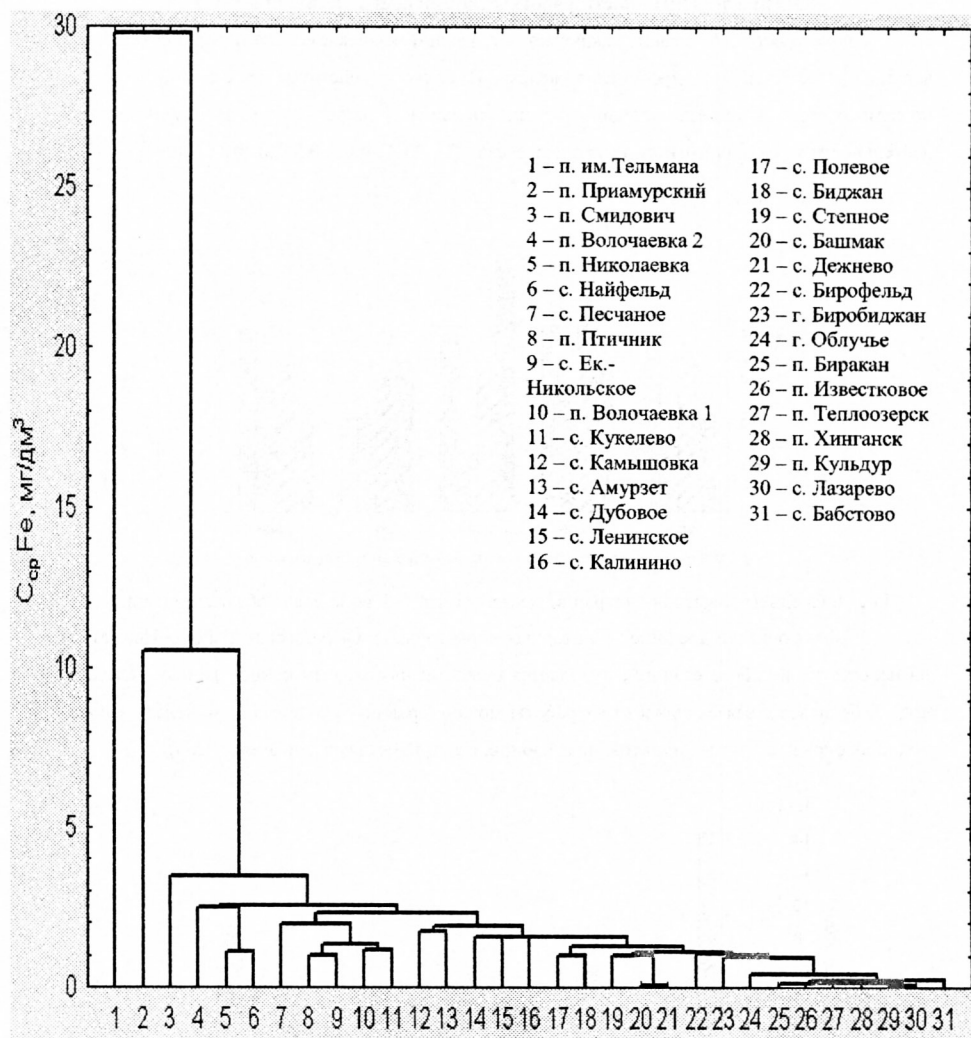


Рис. 3. Дендрограмма уровней содержания железа в водах источников водоснабжения

Таким образом, в большинстве населенных пунктов ЕАО подземные воды не соответствуют нормативам качества питьевых вод и требуют улучшения органолептических свойств и обезжелезивания.

Оценка эффективности работы станций обезжелезивания ЕАО

Процесс обезжелезивания заключается в аэрации извлекаемой на поверхность воды, ведущей к осаждению гидроокислов железа. В области действует 18 станций очистки подземных вод от железа, половина из них появилась после 2000 г. В результате их деятельности удается снизить содержание железа с 3,1-13,4 до 0,3-0,55 мг/дм³ (рис. 4).

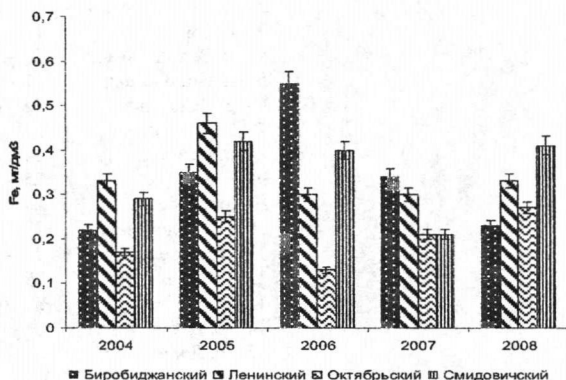


Рис. 4. Среднегодовые концентрации железа в питьевой воде после обезжелезивания

Эффект очистки достигает санитарных норм только в Октябрьском районе. Несмотря на недостатки в работе станций, им удается существенно снизить концентрацию железа в воде. Убедиться в эффективности их работы можно, сравнив с содержанием железа в воде водопроводов населенных пунктов, не имеющих станций обезжелезивания (рис. 5).

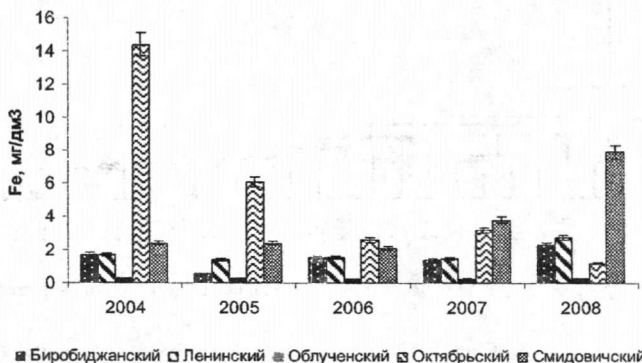


Рис. 5. Содержание железа (мг/дм³) в питьевых водах централизованного водоснабжения в населенных пунктах, не имеющих станций обезжелезивания

Как видно, во все годы и во всех районах, кроме Облученского, концентрации Fe существенно превышают ПДК. Особенно выделялся Октябрьский р-н в 2004 г, пока не была построена станция обезжелезивания в с. Екатерино-Никольское.

Хотя станции обезжелезивания снижают содержание элемента в воде, добегающая до потребителя вода нигде не соответствует норме, особенно отклоняясь от ПДК в Смидовичском районе (табл. 3).

Таблица 3

Содержание железа (мг/дм^3) в водопроводной воде централизованного водоснабжения после обезжелезивания

Район	Годы				
	2004	2005	2006	2007	2008
Биробиджанский	$0,51 \pm 0,13$	$0,53 \pm 0,13$	$1,0 \pm 0,25$	$0,38 \pm 0,10$	$0,73 \pm 0,18$
Ленинский	$1,07 \pm 0,27$	$0,82 \pm 0,20$	$0,49 \pm 0,12$	$0,66 \pm 0,17$	$0,51 \pm 0,13$
Октябрьский	$0,36 \pm 0,09$	$0,19 \pm 0,05$	$1,25 \pm 0,31$	$0,73 \pm 0,18$	$0,59 \pm 0,14$
Смидовичский	$1,75 \pm 0,44$	$1,56 \pm 0,39$	$1,12 \pm 0,28$	$2,2 \pm 0,55$	$1,71 \pm 0,43$

Следовательно, высокая изношенность водопроводов и разводящих сетей (от 40 до 80% разводящих сетей нуждается в замене) приводит к вторичному загрязнению воды железом, поступающим из труб, а отсутствие своевременного ремонта, промывки и дезинфекции сетей приводит к вторичному микробному загрязнению питьевой воды (Государственный доклад ..., 2008).

Столь же неудовлетворительное качество воды имеют жители поселков с нецентрализованным водоснабжением (шахтные колодцы, неглубокие скважины) (табл. 4).

Таблица 4

Содержание железа (мг/дм^3) в нецентрализованных источниках водоснабжения

Район	Годы				
	2004	2005	2006	2007	2008
Биробиджанский	$0,78 \pm 0,19$	$1,03 \pm 0,26$	$1,7 \pm 0,42$	$1,60 \pm 0,40$	$0,82 \pm 0,2$
Ленинский	$2,01 \pm 0,50$	$1,3 \pm 0,33$	$1,41 \pm 0,35$	$0,60 \pm 0,15$	$1,04 \pm 0,26$
Облученский	$0,37 \pm 0,09$	$0,24 \pm 0,06$	$0,26 \pm 0,07$	$0,14 \pm 0,03$	$0,17 \pm 0,04$
Октябрьский	$1,60 \pm 0,40$	$0,89 \pm 0,22$	$1,52 \pm 0,38$	$0,76 \pm 0,19$	$1,18 \pm 0,29$
Смидовичский	$1,85 \pm 0,46$	$2,4 \pm 0,60$	$3,14 \pm 0,79$	$2,13 \pm 0,53$	$1,8 \pm 0,45$

Как можно видеть, и в этом случае наибольшие концентрации железа в питьевой воде наблюдаются в колодцах поселков Смидовичского района.

Содержание железа в воде выше $1-2 \text{ мг/дм}^3$ значительно ухудшает органолептические свойства, придавая ей неприятный вяжущий вкус, и делая малоприспособленной для использования в технических целях (Молчанова, 2007) (табл. 5).

Таблица 5

Средние показатели цветности, мутности и перманганатной окисляемости в источниках водоснабжения (скважины) в 2008 г.

Районы	Органолептические показатели		Перманганатная окисл., ($\text{мгО}/\text{дм}^3$)	$\text{Fe}_{\text{общ}}$, $\text{мг}/\text{дм}^3$
	Цветность, (градусы)	Мутность, ($\text{мг}/\text{дм}^3$)		
Биробиджанский	105,6	$5,8 \pm 1,16$	$2,65 \pm 0,66$	$3,20 \pm 0,8$
Ленинский	86,63	$8,18 \pm 2,15$	$1,98 \pm 0,50$	$3,28 \pm 0,82$
Облученский	33,0	$7,14 \pm 1,79$	$3,73 \pm 0,93$	$0,43 \pm 0,12$
Октябрьский	26,86	$1,52 \pm 0,38$	$0,79 \pm 0,19$	$4,80 \pm 1,2$
Смидовичский	42,57	$2,52 \pm 0,63$	$5,01 \pm 1,25$	$11,86 \pm 2,97$
ПДК	30	1,5	5,0	0,30

Как следует из данных таблицы, максимальный показатель цветности выявлен в Биробиджанском районе, он превышает ПДК в 3,5 раза. Однако содержание железа в данном районе не самое высокое. По-видимому, на цветность воды оказывает влияние повышенное содержание в ней органических веществ. Наибольшая мутность характерна для воды источников водоснабжения в Ленинском районе, расположенном на территории, сложенной аллювиальными отложениями четвертичного периода. Воды этих источников содержат много взвешенного материала, песка, глинистых частиц. Следовательно, железо здесь не является основной причиной повышенной цветности и мутности, но его высокая концентрация ухудшает качество воды.

Таким образом, анализ проб воды источников водоснабжения показал, что в восточной части территории ЕАО подземные воды имеют концентрацию железа, превышающую $10 \text{ мг}/\text{дм}^3$ и неудовлетворительные органолептические показатели. Природные особенности Смидовичского района (низменный рельеф, сильная заболоченность территории, преобладание торфяно-болотных почв, высокая инфильтрация грунтовых вод) обуславливают самую высокую концентрацию железа в воде.

Глава 4. Влияние избыточного содержания железа в питьевой воде на здоровье населения

Поскольку содержание железа в воде влияет на состояние кожи, мы выбрали для выявления заболеваемости населения в связи с высокой концентрацией элемента в питьевой воде болезни кожи и подкожной клетчатки. Из всего набора поселков, где контролировался водозабор, мы отобрали те, где ведется регулярное наблюдение за заболеваемостью (рис. 6). Из выбранных населенных пунктов Облучье, Кульдур, Хинганск, Известковый, Биракан расположены в горном районе, Смидович, Волочаевка, Николаевка, Приамурский – в равнинном, Биробиджан – в промежутке между ними.

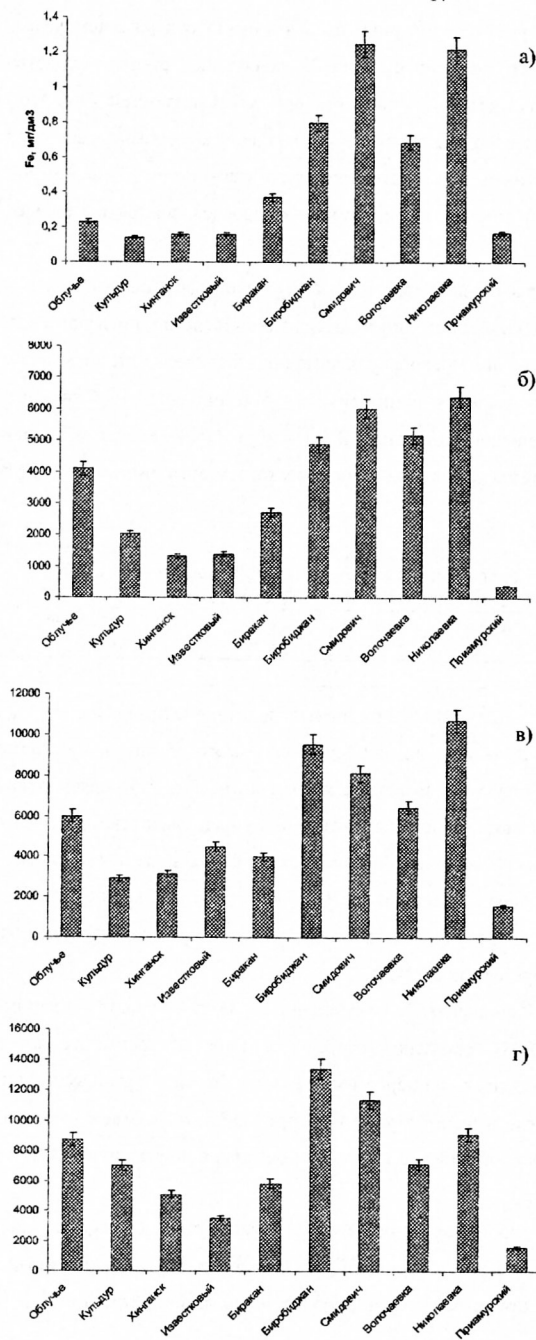


Рис. 6. Сравнение средних показателей содержания железа в питьевой воде (а), детской (б), подростковой (в) и взрослой (г) заболеваемости болезнями кожи и подкожной клетчатки на 100 тыс. населения по населенным пунктам ЕАО за 2004-2008 гг.

Как видно, в абрисе этих диаграмм просматривается связь между содержанием железа и заболеваемостью населения разных возрастных групп. В наибольшей степени сходство между диаграммами наблюдается для детской и подростковой заболеваемости. При этом особенно ярко проявляется связь между содержанием железа в воде и заболеваемостью детей и подростков для населенных пунктов из восточной части автономии. При низком содержании железа (горный район) связь с заболеваемостью прослеживается в меньшей степени.

Чтобы более глубоко вскрыть связи и их силу между заболеваемостью населения автономии болезнями кожи и подкожной клетчатки и содержанием железа в питьевой воде, мы использовали корреляционный анализ. Поскольку показатели заболеваемости по районам и годам не имеют нормального распределения, нами применен критерий согласия Спирмена, используемый в прикладной медицинской статистике (Зайцев и др., 2003). Расчет выполнен в рамках автоматизированной системы социально-гигиенического мониторинга (АС СГМ) (табл. 6).

Таблица 6

Коэффициенты корреляции между содержанием железа в питьевой воде и заболеваемостью населения болезнями кожи и подкожной клетчатки

Заболеваемость всего населения	Заболеваемость детей	Заболеваемость подростков	Заболеваемость взрослых
0,69	0,76	0,72	0,58

Рассчитанные коэффициенты корреляции интерпретируются согласно шкале: от 1 до 0,95 - связь между параметрами очень сильная; от 0,95 до 0,8 - связь между параметрами сильная; от 0,8 до 0,7 - связь между параметрами выше среднего; от 0,7 до 0,5 - связь между параметрами средняя; от 0,5 до 0 связь между параметрами слабая. Выявлено, что связь между содержанием железа в питьевой воде и заболеваемостью наибольшая для детей ($K = 0,76$). Близка к ней связь между содержанием железа и заболеваемостью подростков ($K = 0,72$). Для взрослых коэффициент корреляции составил 0,58, т.е. связь между параметрами существенно слабее и интерпретируется как средняя.

Найденные нами коэффициенты корреляции подтверждают данные Информационного бюллетеня (2008), согласно которому в течение последних лет в структуре детской заболеваемости области на первом месте стоят болезни органов дыхания (61,6 %), на втором - инфекционные и паразитарные болезни (6,8%), на третьем - болезни кожи и подкожной клетчатки (6,1%), на четвертом - болезни органов пищеварения (4,1%), на пятом - травмы и отравления (4,08%).

В структуре подростковой заболеваемости: на первом месте стоят болезни органов дыхания (45,4%), на втором - травмы и отравления (9,93%), на третьем - инфекционные и паразитарные болезни (8,1%), на четвертом - болезни кожи и подкожной клетчатки (8,05%),

на пятом - болезни мочеполовой системы (6,9%), на шестом - органов пищеварения (3,6%). Наши наблюдения подтверждаются и данными Р.Я. Хамитовой и В.Г. Зотова (2004), изучавших заболеваемость детского населения Елховского района республики Татарстан. Ими показано, что длительное употребление населением питьевой воды с повышенным содержанием железа (в 3,7 – 5 раз выше ПДК) увеличивает заболеваемость детей болезнями кожи и подкожной клетчатки в 1,6 раза. От 49,3 до 60 % случаев болезней этого класса были представлены контактными дерматитами.

Рекомендации по снижению содержания железа в питьевой воде

Повышенные концентрации железа в питьевой воде автономии, обусловленные разными причинами, требуют поиска новых подходов и технологий для ее очистки. Для безопасности использования подземных вод для питьевого водоснабжения на водозаборах начинают внедрять отчистку вод в пласте, имеющую экономические и, главное, экологические преимущества. Этот подход разрабатывается в настоящее время на Тунгусском месторождении подземных вод, расположенном в междуречье Амура и Тунгуски, которое должно обеспечить питьевой водой г. Хабаровск. В основу обезжелезивания и деманганации подземных вод в водоносном пласте заложена возможность искусственного создания в нем на участках водозаборных скважин гидрогеохимических зон, резко отличающихся по окислительно-восстановительным условиям от природных. В результате искусственной аэрации путем насыщения подземных вод кислородом происходит осаждение нерастворимых форм железа на биогеохимических барьерах, сформированных непосредственно в водоносных горизонтах.

Пилотная установка на Тунгусском месторождении показала, что с помощью новых технологий полностью будут удовлетворены требования к качеству питьевой воды, установленные санитарно-эпидемиологическими правилами и нормами РФ (Кондратьева и др., 2008; Стеблевский и др., 2009).

Отечественный и мировой опыт водоснабжения показывает, что одним из важнейших направлений в обеспечении населения высококачественной водой может быть использование локальных систем водоочистки – от индивидуальных фильтров до установок коллективного пользования производительностью в сотни м³ воды в сутки. В настоящее время разработаны многочисленные конструкции фильтрующих устройств, в основе работы которых лежат сорбционный, мембранный, ионообменный способы доочистки. Например, доочистка водопроводной воды производится с помощью фильтрующих насадок на кран с применением индивидуальных кувшинных фильтров типа «Аквафор», «Барьер», «Гейзер», «Brita».

Поскольку распространение фильтрующих устройств в нашей стране ограничено высокой стоимостью, наиболее целесообразно использовать их, в первую очередь, для обеспечения высококачественной питьевой водой учреждений и предприятий повышенной социальной значимости – детских садов, школ, медицинских учреждений. Успешный опыт внедрения локальных систем очистки имеется в Московской, Свердловской, Оренбургской, Нижегородской и других областях. В Нижегородской области, например, принятая в 1995 г. программа «Чистая вода – детям» позволила за пять лет обеспечить все детские дошкольные и школьные учреждения Нижнего Новгорода экологически чистой питьевой водой, что способствовало улучшению здоровья детей. На объектах массового пользования в городе функционируют десятки установок с бесплатным разливом населению очищенной питьевой воды (Орлов и др., 2003).

Как было отмечено, от 40 до 80% водопроводов в ЕАО имеют высокую степень изношенности. Коррозия трубопроводов приводит к заметному ухудшению качества воды в кране потребителя. Альтернативой стальным трубам являются современные чугунные трубы ВШЧГ, обладающие повышенной прочностью, стальные с внутренним цементно-песчаным покрытием, пластмассовые и композитные. Пластмассовые трубы в Европе применяются еще с 1950-х годов. В настоящее время их доля в общем спектре труб достигает в ряде стран 50-70%. Пластмассовые трубопроводы имеют неоспоримые преимущества перед металлическими: малый вес, простые и надежные способы соединения, высокая коррозионная стойкость, долговечность, гладкость, гигиеничность.

В России первые трубопроводы из полиэтилена появились в 1959 г., но из-за слабого развития нефтехимической промышленности они не стали массовыми. В последние годы применение таких труб ежегодно увеличивается на 25-30%. Постепенно налаживается собственное производство. Их выпуском занимается более 70 отечественных предприятий, хотя на Дальнем Востоке работает единственное предприятие по производству полиэтиленовых труб в г. Артеме (Сошников, 2009).

Среди многих причин выхода из строя трубопроводов из-за внутренней коррозии основными являются высокая коррозионная агрессивность воды и биологическая коррозия. Продукты коррозии ухудшают качество воды и засоряют внутреннюю полость труб, уменьшая их пропускную способность. Приоритетными противокоррозионными мероприятиями являются применение ингибиторов коррозии и электрохимическая магниевая анодная защита.

Механизм действия ингибиторов в жидких средах в большинстве случаев заключается в образовании защитных и пассивирующих пленок. При невозможности применения электрохимической защиты используют препарат Sea-Quest, представляющий

собой уникальный комплекс полифосфатов. Он применяется для защиты внутренней поверхности от коррозии магистральных водоводов и городских водопроводных сетей в 37 странах мира, в том числе Великобритании, Франции, Израиле, Венгрии, Польше, США, Мексике. С 2008 г. препарат Sea-Quest производится и применяется также в Украине. Его несомненными достоинствами являются незначительная стоимость, высокая антикоррозионная эффективность, а также способность препятствовать образованию отложений солей на внутренней поверхности трубопровода и удалять ранее сформировавшиеся отложения (Загороднюк и др., 2009)

Нельзя сказать, что в ЕАО не делается никаких шагов по снижению содержания железа в питьевой воде. В областном масштабе они сводятся к строительству новых станций обезжелезивания. Так, с 2000 по 2009 гг. были введены в эксплуатацию 9 станций. Однако при ремонте и строительстве новых домов по-прежнему используются стальные трубы, многие годы лежавшие на складах и заржавевшие изнутри. При проверке сотрудниками лаборатории ФГУЗ «ЦГиЭ в ЕАО» города Биробиджана качества питьевой воды в трубопроводах новых домов выявляемые концентрации железа многократно превышают ПДК.

Рассмотренные подходы и технологии, снижающие уровень содержания железа в питьевых и хозяйственно-питьевых водах, могут быть применены в ЕАО. Самое главное, по-видимому, и самое первое, что необходимо сделать, – это обеспечить высококачественной водой учреждения повышенной социальной значимости – детские сады, школы, медицинские учреждения. Эта мера важна как для мест с централизованным, так и нецентрализованным водоснабжением.

При широком информировании населения о вредном воздействии на здоровье избытка железа в питьевых водах, многие горожане и некоторые селяне смогут приобрести и использовать в домашних условиях индивидуальные кувшинные фильтры и фильтрующие насадки на водопроводный кран.

Замена заржавевших труб пластмассовыми произойдет, по-видимому, в автономии нескоро. Однако использование ингибиторов коррозии водопроводных труб и электрохимической магниевой анодной защиты – мероприятие выполнимое и недорогое.

На уровне правительства автономии или крупных производственных объединений может быть применен опыт по очистке подземных вод в пласте, накопленный на Тунгусском месторождении.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что распределение железа в речных водах ЕАО обусловлено физико-географическими условиями области, образуя два поля концентраций – низких (0,04 0,40

мг/дм³) в горном севере и северо-западе автономии и высоких (до 1,92 мг/дм³) на равнинно-болотном юге и юго-востоке.

2. Выявлено, что в источниках водоснабжения населенных пунктов на севере области содержание железа составляет 0,02-0,27 мг/дм³, в низменной заболоченной восточной части территории диапазон концентраций лежит в пределах 4,3 – 18,0, на равнинном юге – от 1,75 до 5,7 мг/дм³.

3. В питьевых водах нецентрализованного водоснабжения (в основном колодцы в сельских районах) средняя концентрация железа изменяется от 0,14 (Облученский район) до 3,14 мг/дм³ (Смидовичский район).

4. Показано, что на станциях обезжелезивания, эффект очистки достигает санитарных норм (0,3 мг/дм³) только в Октябрьском районе. На всех остальных станциях средние концентрации железа находятся в пределах от 0,33 до 0,55 мг/дм³.

5. Выявлено, что вода, прошедшая обезжелезивание, в разводящей сети загрязняется вторично в результате неудовлетворительного состояния водопроводов, и концентрация железа в воде, подаваемой населению, превышает ПДК в 1,5 – 7 раз.

6. Между содержанием железа в питьевой воде и заболеваемостью детского населения болезнями кожи и подкожной клетчатки выявлена наиболее высокая положительная связь ($K = 0,76$). Для подростков $K = 0,72$. Для взрослых коэффициент корреляции составил 0,58, т.е. связь между содержанием элемента в воде и заболеваемостью более слабая.

7. Рассмотрены и рекомендованы для ЕАО методы снижения концентрации железа в питьевой воде, применяемые как в нашей стране, так и за рубежом, включающие широкий набор методов очистки вод, начиная от индивидуальных кувшинных фильтров и локальных систем водоочистки до использования ингибиторов, защищающих магистральные водоводы и городские водопроводы от коррозии, замены стальных труб пластмассовыми и, наконец, обезжелезивания и деманганации подземных вод в водоносном пласте.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых журналах

1. Бондарева Д.Г., Христофорова Н.К. Экологическое состояние водотоков бассейна Амура, расположенных в пределах ЕАО // Проблемы региональной экологии. 2009. №4. С. **12-17**
2. Бондарева Д.Г. Влияние природных и антропогенных факторов на повышенную концентрацию железа в питьевых водах Еврейской автономной области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2009. Т. 11 (27), № 1 (6). С. 1123 – 1126.

Статьи, опубликованные в других периодических изданиях

3. Клинская Е.О. Пьяников А.А., Бондарева Д.Г. Железо в источниках питьевых вод ЕАО как возможный фактор риска повышенной заболеваемости // Региональные проблемы. Биробиджан: Изд-во ИКАРП ДВО РАН, 2008. № 11. С 59 – 62.

Работы, опубликованные в материалах международных и всероссийских научных конференций

4. Бондарева Д.Г., Макаренко В.П. Зависимость состояния Амура от состояния его притоков // Дальневосточная весна – 2007: материалы Междунар. научно-практ. конф. в области экологии и БЖД. Комсомольск-на-Амуре: Изд-во КнАГТУ, 2007. С. 377-379.
5. Бондарева Д.Г. Характеристика экологического состояния основных водотоков ЕАО // Современные проблемы регионального развития: материалы II междунар. научн. конф. Биробиджан, 06-09 октября 2008 г. / Под ред Е.Я.Фрисмана. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2008. С. 6-7.
6. Клинская Е.О., Бондарева Д.Г., Пьяников А.А. Оценка качества природной воды на территории ЕАО по содержанию в ней железа // Дальневосточная весна – 2009: материалы Междунар. научно-практ. конф. в области экологии и БЖД. Комсомольск-на-Амуре: Изд-во КнАГТУ, 2009. С. 218-222.
7. Бондарева Д.Г. Содержание железа в реках ЕАО // III Дружининские чтения: Комплексные исследования природной среды в бассейне р.Амур: материалы межрегиональной научной конференции, Хабаровск, 06-09.10.2009 г.: в 2 кн. – Хабаровск: ДВО РАН, 2009. Кн. 1. С. 63 – 66.
8. Бондарева Д.Г. Железо в питьевых водах ЕАО // Экология и безопасность водных ресурсов: материалы 2-ой междунар. научн-практ. конф., 27 – 28 ноября 2009 г. Под ред. Л.Д. Терехова. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2009. С. 198 – 202.

Бондарева Дина Геннадьевна

Автореферат

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗА В ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПИТЬЕВЫХ ВОДАХ ЕВРЕЙСКОЙ
АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ И ЕГО ОТРАЖЕНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Тираж 100 экз., Заказ 0403

Отпечатано в ООО «Эпиграф»

679000, г. Биробиджан, ул. Саперная 23, оф. 2